

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(11) **DE 3803427 A1**

(51) Int. Cl. 4:

**F16H 55/18**

F 01 L 1/24

(21) Aktenzeichen: P 38 03 427.1  
(22) Anmeldetag: 5. 2. 88  
(43) Offenlegungstag: 17. 8. 89

**DE 3803427 A1**

(71) Anmelder:  
Audi AG, 8070 Ingolstadt, DE

(72) Erfinder:  
Stemmer, Xaver, Dipl.-Ing., 8077 Reichertshofen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Zahnradtrieb

Bei einem Zahnradtrieb mit zumindest einem ersten und einem zweiten Zahnrad, wobei dem zweiten Zahnrad ein ebenfalls mit dem ersten Zahnrad in Eingriff befindliches drittes Zahnrad zur Ausschaltung von Zahnlängenspiel axial benachbart ist, sind die benachbarten Zahnräder unverdrehbar zueinander geführt, wobei das eine Zahnrad relativ zum anderen axial verschiebbar gelagert ist und ein eine Kraft ausübendes Mittel das verschiebbare Zahnrad axial beaufschlägt, wobei ferner die Schiebeführung des verschieblichen Zahnrades und die Verzahnung der Zahnräder schräg zueinander verlaufen.

**DE 3803427 A1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Zahnradtrieb mit zumindest einem ersten und einem zweiten schrägverzahnten Zahnrad, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bei bekannten Zahnradtrieben der gattungsgemäßen Art werden die axial benachbarten Zahnräder durch eine Feder in entgegengesetzter Drehrichtung zueinander verspannt, um dadurch Geräusche durch Zahnschlankspiel auszuschalten. Eine insbesondere bei höherer Beanspruchung wirksame Drehverspannung der Zahnräder ist bei den bekannten Zahnradtrieben aufgrund der engen Einbauverhältnisse kaum verwirklichbar.

Aufgabe der Erfindung ist es, den gattungsgemäßen Zahnradtrieb derart weiterzubilden, daß bei baulich günstiger Anordnung der die Verspannkraft ausübenden Mittel eine wirksame Drehverspannung auch bei starker, ungleichförmiger Beanspruchung erzielt wird.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird das Zahnrad axial relativ zum benachbarten zweiten Zahnrad verschoben, wobei sich aufgrund der zueinander schrägen Ausrichtung von Schiebeführung und Verzahnung der Zahnräder eine Drehverspannung ergibt, die das Zahnschlankspiel eliminiert. Bevorzugt wird man die Drehverspannung durch eine Schrägverzahnung der Zahnräder bei achsparalleler Schiebeführung erzeugen, jedoch ist auch der umgekehrte Fall bei gerade verzahnten Zahnrädern möglich.

Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind den Patentansprüchen 2 bis 9 entnehmbar. So wird zu Vermeidung von unzulässigem Verschleiß gemäß Patentanspruch 2 vorgeschlagen, das verschiebbare Zahnrad nicht schmäler als 0,25 der Breite des festen, axial benachbarten Zahnrades auszubilden. Die Schiebeführung kann gemäß Anspruch 3 bei schräg verzahnten Zahnrädern in baulich besonders einfacher Weise über einen stiftförmigen Mitnehmer bewerkstelligt werden.

Besonders vorteilhaft bei hoch beanspruchten Zahnradtrieben ist es, wenn gemäß Anspruch 4 die Drehverspannung hydraulisch erzeugt wird. Eine derartige Hydraulik kann sowohl Temperaturunterschieden, unterschiedlichen Drehzahlen und Lastverhältnissen sowie weiteren veränderlichen Parametern durch Steuerung des hydraulischen Druckes Rechnung tragen. Ferner wird die Geräuschdämpfung des Zahnradtriebes verbessert. Dabei kann zweckmäßigerweise gemäß Anspruch 5 in der hydraulischen Druckversorgung ein Rückschlagventil vorgesehen sein, das die Aufrechterhaltung eines definierten Restdruckes sicherstellt und dem Leerlaufen des Hydrauliksystems bei Stillständen entgegenwirkt.

Bevorzugt kann der Zahnradtrieb mit hydraulischer Beaufschlagung des verschiebbaren Zahnrades entsprechend den Merkmalen der Patentansprüche 6 bis 8 ausgeführt sein. Dabei ergibt sich eine baulich günstige Anordnung der Hydraulikkammer innerhalb der die benachbarten Zahnräder tragenden Welle, wobei die beiden Zahnräder robust gelagert und herstellungstechnisch einfach ausgeführt sind. Gegebenenfalls kann gemäß Anspruch 8 das verschiebbare Zahnrad auch durch ein hydraulisches Spielausgleichselement beaufschlagt sein. Derartige Spielausgleichselemente sind bei Ventiltrieben für Brennkraftmaschinen seit langem bekannt und bewährt; sie können entweder mit externer Druckversorgung oder als in sich geschlossene Einheit ausge-

bildet sein.

Gemäß Patentanspruch 9 wird der erfindungsgemäß Zahnradtrieb für eine Brennkraftmaschine mit zumindest zwei Nockenwellen als Zwischenantrieb von der angetriebenen Nockenwelle zu der zweiten Nockenwelle vorgeschlagen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 im Längsschnitt einen Zahnradtrieb mit zwei schräg verzahnten Zahnrädern und einem dritten, hydraulisch verschiebbaren Zahnrad als Zwischenantrieb von einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine zu einer zweiten Nockenwelle;

Fig. 2 einen weiteren Zahnradtrieb im Längsschnitt als Zwischenantrieb zweier Nockenwellen einer Brennkraftmaschine, wobei das verschiebbare Zahnrad durch ein Spielausgleichselement beaufschlagt ist.

In der Fig. 1 ist mit 10 ein Abschnitt eines Zylinderkopfes einer Hubkolben-Brennkraftmaschine bezeichnet, in dem zwei nur teilweise dargestellte Nockenwellen 12, 14 drehbar gelagert sind. Die von einem nicht dargestellten Steuerungsantrieb angetriebene Nockenwelle 12 treibt über einen als Zwischenantrieb dienenden Zahnradtrieb 16 die weitere Nockenwelle 14 an.

Der Zahnradtrieb 16 ist durch ein erstes, schräg verzahntes Zahnrad 18, ein zweites, schräg verzahntes Zahnrad 20 und ein drittes, dem Zahnrad 20 axial benachbartes, schräg verzahntes Zahnrad 22 gebildet. Die Zahnräder 20, 22 sind beide mit dem Zahnrad 18 in Eingriff. Die Breite (im Verzahnungsbereich) des Zahnrades 22 beträgt ca. 0,5 der Breite des Zahnrades 20.

Das Zahrad 18 sitzt fest auf einem Wellenstummel 24 der Nockenwelle 12 und treibt das ebenfalls fest auf dem Wellenstummel 26 der Nockenwelle 14 sitzende Zahnräder 20 an. Hingegen ist das Zahnräder 22 mit einem ringförmigen Hals 28 versehen, der in einen den Wellenstummel 26 übergregenden, ringförmigen Kragen 30 des Zahnrades 20 geführt ist. Ferner ist an den Wellenstummel 26 der Nockenwelle 14 ein Zapfen 32 angeformt, der ebenfalls als zentrale Schiebeführung für das Zahnräder 22 dient.

Zwischen den stirnseitigen Ringwänden des Halses 28 und des Wellenstummels 26 ist eine Hydraulikkammer 34 gebildet, die über einen in der Nockenwelle 14 vorgesehenen Zuführkanal 36 mit einem Hydraulikmedium bzw. mit dem Schmieröldruck der Brennkraftmaschine beaufschlagbar ist. Wie schematisch angedeutet, ist der Zuführkanal 36 (Pfeil P) an das Druckumlauf Schmiersystem der Brennkraftmaschine bzw. an deren Ölspume angeschlossen. Zur Montage eines Rückschlagventiles, welches durch eine bewegliche, federbelastete Ventilkugel 38 und einen Ventilkörper 40 gebildet ist, ist in dem Zapfen 32 eine mit dem Zuführkanal 36 in Verbindung stehende, zentrale Bohrung 42 vorgesehen, die durch eine Schraube 44 verschließbar ist. Eine Querbohrung 46 im Zapfen 32 verbindet unmittelbar die Hydraulikkammer 34 mit dem Zuführkanal 36; die Querbohrung 46 liegt dabei stromab des Rückschlagventiles 38, 40. Als Abdichtung zwischen der Hydraulikkammer 34 und dem verschiebbaren Zahnräder 22 sind zwei Ringdichtungen 48, 50 vorgesehen.

In das Zahnräder 20 ist in eine außermittig liegende Bohrung 52 fest ein stiftförmiger Mitnehmer 54 eingesetzt, der das benachbarte Zahnräder 22, welches eine korrespondierende Bohrung 56 aufweist, drehfest jedoch axial verschiebbar hält. Der Mitnehmer 54 ragt dazu in die Bohrung 56 des Zahnräder 22 ein.

Bei der Herstellung der Schrägverzahnungen der

Zahnräder 20, 22 werden diese nach Montage des Mitnehmers 54 gemeinsam mit ihren aneinander zugewandten Stirnseiten aneinander anliegend an der entsprechenden Werkzeugmaschine aufgespannt und bearbeitet. Nach der Montage des Zahnradtriebes 16 und im Betrieb der Brennkraftmaschine wird über die Zuführkanäle 36 unter Druck stehendes Schmieröl in die Hydraulikkammer 34 gepreßt, wodurch das verschiebbare Zahnrad 22 von dem Zahnrad 20 weggedrückt wird. Dabei entsteht über den Mitnehmer 54 – der eine Relativverdrehung des Zahnrades 22 zum Zahnrad 20 nicht zuläßt – eine Verspannung zwischen den Schrägverzahnungen. Diese Verspannung eliminiert jegliches Zahnflankenspiel und damit zusammenhängende Geräusche. Da bei Brennkraftmaschinen üblicherweise mit zunehmender Drehzahl auch der Schmieröldruck anwächst, ist diese Verspannung im Leerlauf der Brennkraftmaschine niedrig, während sie bei zunehmender Drehzahl und Last der Brennkraftmaschine entsprechend anwächst. Dies ergibt einen hinsichtlich des Verschleißverhaltens und des Wirkungsgrades günstigen Zahnradtrieb mit hoher Geräuschdämpfung im niedrigen und hohen Drehzahl- und Lastbereich.

Die Fig. 2 zeigt einen im wesentlichen gleichen Zahnradtrieb 60 für die beiden Nockenwellen 12, 14, die im Zylinderkopf 10 drehbar gelagert sind. Die Nockenwelle 12 trägt fest das schräg verzahnte Zahnrad 18. Auf dem Wellenstummel 26' der Nockenwelle 14 ist fest das Zahnrad 20' und axial verschiebbar, jedoch unverdrehbar das Zahnrad 22' angeordnet. An das Zahnrad 22' ist ein zum Wellenstummel 26' ragender Stöbel 62 angeformt, der in eine zentrale Bohrung 64 des Wellenstummels 26' einragt bzw. in dieser geführt ist. Über den stiftförmigen Mitnehmer 54 ist das verschiebbare Zahnrad 22' unverdrehbar gehalten. In die zentrale Bohrung 64 ist ein hydraulisches Ausgleichselement 66 eingesetzt, welches sich einerseits an der Stirnseite der Bohrung 64 abstützt und andererseits auf den Stöbel 62 des Zahnrades 22' wirkt. Das hydraulische Ausgleichselement 66 kann bekannter Bauart sein und ist deshalb nicht näher dargestellt. Beispielsweise könnte es gemäß DE-OS 33 11 280 oder DE-OS 33 04 573 ausgeführt sein.

Zur Schmierung des verschiebbaren Zahnrades 22' und ggf. zur Druckversorgung des hydraulischen Ausgleichselementes 66 ist in dem Wellenstummel 26' eine Querbohrung 68 vorgesehen, die über die Lagerung der Nockenwelle 14 mit dem Schmierölsystem der Brennkraftmaschine verbunden ist.

Im Betrieb der Brennkraftmaschine wird wiederum das verschiebbare Zahnrad 22' über dessen Stöbel 62 von dem hydraulischen Spielausgleichselement 66 auf der Zeichnung nach links verschoben, wobei sich aufgrund der Schrägverzahnung des Zahnradtriebes 60 wie vorstehend beschrieben eine Eliminierung des Zahnflankenspiels ergibt.

#### Patentansprüche

1. Zahnradtrieb mit zumindest einem ersten und einem zweiten Zahnrad, wobei dem zweiten Zahnrad ebenfalls mit dem ersten Zahnrad in Eingriff befindliches drittes Zahnrad zur Ausschaltung von Zahnflankenspiel axial benachbart ist, dadurch gekennzeichnet, daß die benachbarten Zahnräder (20, 22) unverdrehbar zueinander geführt sind, daß ein Zahnrad (22) relativ zum anderen Zahnrad (20) axial verschiebbar gelagert ist, wobei ein eine Kraft ausübendes Mittel das verschiebbare Zahnrad (22)

axial beaufschlagt, und daß die Schiebeführung des verschieblichen Zahnrades (22) und die Verzahnung der Zahnräder (18, 20, 22) schräg zueinander verlaufen.

2. Zahnradtrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des verschiebbaren Zahnrades (22)  $> 0,25$  vorzugsweise etwa 0,5 der Breite des benachbarten Zahnrades (20) beträgt.

3. Zahnradtrieb nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die benachbarten Zahnräder (20, 22) über einen stiftförmigen Mitnehmer (54) drehfest miteinander verbunden sind.

4. Zahnradtrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das verschiebbare Zahnrad (22) hydraulisch beaufschlagt ist.

5. Zahnradtrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der hydraulischen Druckversorgung ein Rückschlagventil (38, 40) vorgesehen ist, welches einem Druckabbau des auf das verschiebbare Zahnrad (22) wirkenden Hydraulikmediums entgegenwirkt.

6. Zahnradtrieb nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Zahnrad (20) fest auf einer Welle (14) sitzt, daß zwischen der Welle (14) und dem dritten, verschiebbaren Zahnrad (22) eine Hydraulikkammer (34) gebildet ist und daß das Hydraulikmedium durch Kanäle (36, 46) in der Welle (14) der Hydraulikkammer (34) zuführbar ist.

7. Zahnradtrieb nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß an dem verschiebbaren Zahnrad (22) eine Führung (Hals 28, Stöbel 62) angeordnet ist, die mit einer zentralen Bohrung (64) der Welle (14) oder einem Zapfen (50) der Welle (14) zusammenwirkt und auf deren Stirnseite die Vorspannkraft wirkt.

8. Zahnradtrieb nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das verschiebbare Zahnrad (22) durch ein hydraulisches Spielausgleichselement (66) beaufschlagt ist.

9. Verwendung des Zahnradtriebes nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche für eine Brennkraftmaschine mit zumindest zwei Nockenwellen (12, 14) als Zwischenantrieb von der angetriebenen Nockenwelle (12) zu der zweiten Nockenwelle (14).

**—Leerseite—**

38 03 427

F 16 H 55/18

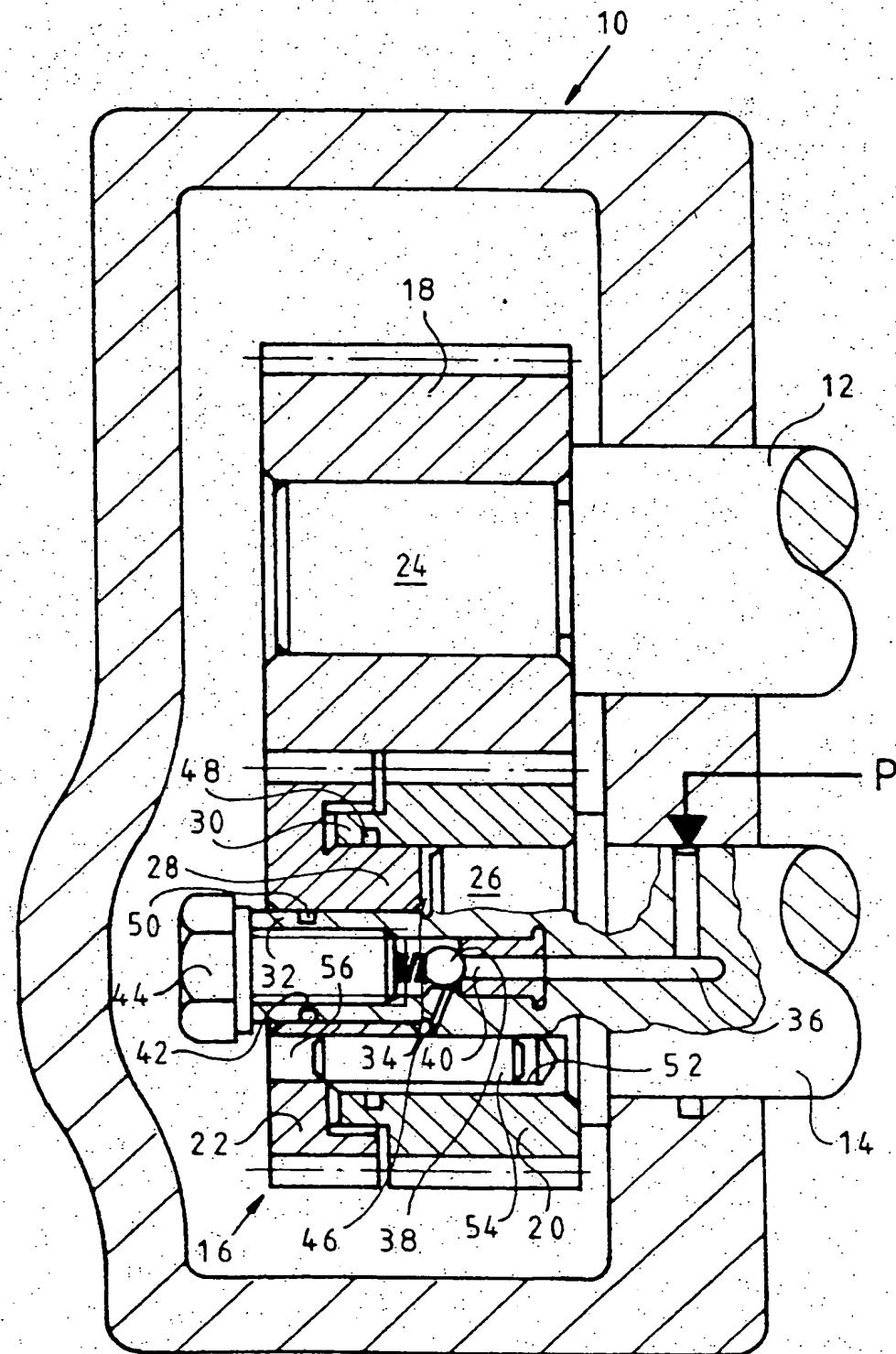
5. Februar 1988

17. August 1989

3803427

FIG. 1

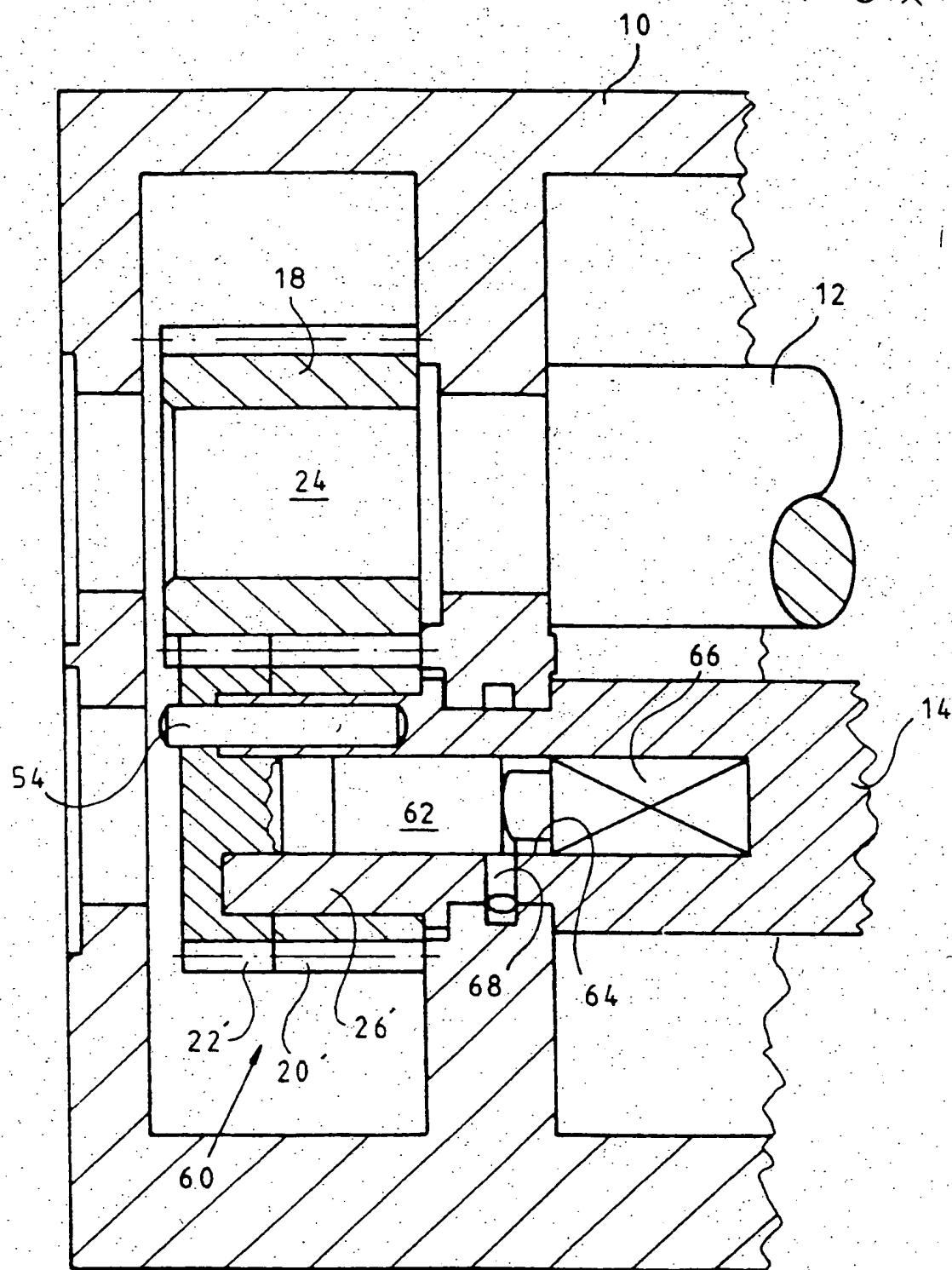
IP 2406



3803427

10\*

FIG. 2

14  
12